

PENGARUH PENAMBAHAN SEMEN PORTLAND TERHADAP LAPISAN PONDASI JALAN BERBAHAN TANAH LUNAK GAMBUT DI KALIMANTAN SELATAN

Akhmad Gazali

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Islam Kalimantan MAB Banjarmasin
Jln. Adhyaksa No. 2, Banjarmasin
Kalimantan Selatan 70123
Tlp. (0511) 3303875
akhmadgazali.ftsuniska@gmail.com

Robiatul Adawiyah

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Islam Kalimantan MAB Banjarmasin
Jln. Adhyaksa No. 2, Banjarmasin
Kalimantan Selatan 70123
Tlp. (0511) 3303875
awe_halis@yahoo.com

Abstract

Subgrade conditions need to be considered in road construction. The area of Barito Kuala Regency, South Kalimantan Province, is a soft soil area of peat that has low soil carrying capacity and low CBR values. To build roads in this area, a study is needed on the effect of adding portland cement in increasing the carrying capacity and CBR value of the soil. All tests performed in this study are based on the ASTM method. In this study, the proportion of portland cement added to native soil was 5%, 10%, 15%, and 20% of the mixture weight. Curing was carried out before the CBR test, with the curing period of 7 days, 14 days, 21 days and 28 days. Based on the results of the analysis, it was found that for the original soil with a 7-day curing period, the CBR_{max} value was 4.0639% and for mixed soil with optimum cement content of 20% with curing period of 7 days, 14 days, 21 days and 28 days giving CBR_{max} values of 10.282%, 16.966%, 20.685%, and 21.801%, respectively.

Keywords: subgrade, soft peat soil, portland cement, soil carrying capacity

Abstrak

Kondisi tanah dasar perlu diperhatikan dalam pembangunan jalan. Daerah Kabupaten Barito Kuala, Provinsi Kalimantan Selatan, merupakan daerah tanah lunak gambut yang mempunyai daya dukung tanah dan CBR yang rendah. Untuk membangun jalan di daerah ini diperlukan penelitian tentang pengaruh penambahan semen portland dalam meningkatkan daya dukung dan nilai CBR tanah. Pengujian pada penelitian ini didasarkan pada metode ASTM. Pada studi ini, proporsi semen portland yang ditambahkan pada tanah asli adalah 5%, 10%, 15%, dan 20% terhadap berat campuran. Pemeraman dilakukan sebelum melakukan uji CBR, dengan masa pemeraman 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa untuk tanah asli dengan masa pemeraman 7 hari memberikan nilai CBR_{maks} sebesar 4,0639% dan untuk tanah campuran dengan kadar semen optimum 20% dengan pada masa pemeraman 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari memberikan nilai CBR_{maks} masing-masing sebesar 10,282%, 16,966%, 20,685%, dan 21,801%.

Kata-kata kunci: tanah dasar, tanah lunak gambut, semen portland, daya dukung tanah

PENDAHULUAN

Pembangunan transportasi di Kalimantan Selatan pada saat ini lebih ditekankan pada bidang pembangunan transportasi darat. Hal ini dilakukan karena masih banyak daerah-daerah terpencil yang belum bisa dilewati transportasi darat, sedangkan bila lewat jalur sungai, selain biaya operasionalnya jauh lebih besar, pada musim kemarau sungai menjadi dangkal dan tidak bisa dilewati oleh alat transportasi air, seperti kapal dan kelotok (perahu motor).

Hal penting yang terkait dengan jalan di Kalimantan Selatan adalah lapisan pondasi jalan (*base*), yang daya dukungnya sangat lemah, karena berada di daerah-daerah dataran rendah, rawa gambut, dan rawa pasang surut, serta tanahnya terdiri atas tanah organik, tanah lanau berlempung, dan tanah lempung berlanau berpasir. Bila basah, tanah-tanah tersebut sangat lembek dan bila kering terurai menjadi butiran-butiran kecil dan debu yang tidak bisa dipadatkan dengan cara dan alat apapun, sehingga sia-sia bila dilaksanakan dengan menggunakan lapisan Asphalt Treated Base (ATB). Hal ini juga yang menimbulkan pemikiran untuk mencari upaya lain agar tanah organik gambut bisa mempunyai daya dukung yang mampu menerima beban lalu lintas di perkerasan.

Bahan pondasi bawah jalan, yang umumnya merupakan hasil urugan setempat, mempunyai sifat yang bertolak belakang dengan semen. Tanah ini bersifat asam, apalagi tanah di bawah lapisan gambut, yang merupakan tanah organik, sedangkan semen bersifat basa. Hal lain yang tak kalah pentingnya adalah semen merupakan material yang bersifat adhesif dan kohesif, yang merekatkan fragmen-fragmen material lain menjadi suatu kesatuan yang solid, sehingga kedua bahan tersebut, yaitu tanah pondasi bawah jalan dan semen perlu dikombinasikan menjadi suatu kesatuan. Hal yang perlu diteliti lebih lanjut adalah komposisi atau kadar optimal campuran semen yang ekonomis, karena semen merupakan material yang harganya mahal.

Masalah yang sering terjadi menyangkut tanah tersebut adalah perubahan bentuk tetap dari jenis tanah tersebut akibat dari beban lalu lintas (Purnomo dan Soedarmo, 1997). Sifat mengembang dan menyusutkannya tanah tersebut akibat perubahan kadar air dan daya dukung tanah yang tidak merata pada daerah dengan jenis tanah yang berbeda (Wesley, 1977; Nakazawa dan Sosrodarsono, 2000). Pada tanah di tempat yang diteliti umumnya memiliki daya dukung tanah yang rendah dan bersifat kembang susut, seperti tanah lempung, yang sangat dipengaruhi oleh perubahan kadar air tanah sehingga dapat mengakibatkan kerusakan konstruksi jalan. Untuk mencegah kerusakan tersebut dilakukan peningkatan daya dukung tanah dengan melalui proses stabilisasi (Bowles, 1991; Hardiyatmo, 2002). Stabilisasi dapat dilakukan dengan menambahkan zat aditif, seperti semen portland tipe I, kepada tanah yang terdapat di lokasi yang diteliti (Tjokrodinuljo, 1996).

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik lapisan pondasi jalan berbahan tanah lunak gambut di Kalimantan Selatan.
- 2) Untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan semen portland terhadap lapisan pondasi jalan berbahan tanah lunak gambut di Kalimantan Selatan.
- 3) Untuk mengetahui pengaruh variasi waktu pemeraman (perendaman) campuran kedua bahan tersebut terhadap nilai California Bearing Ratio (CBR).
- 4) Untuk mengetahui kadar semen portland optimum yang menghasilkan nilai CBR maksimum.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan pengambilan sampel tanah di lapangan, melalui proses pengeboran dan pengambilan contoh tanah. Pengeboran yang dilakukan adalah pengeboran ringan, dengan kedalaman hingga 10 m. Alat bor yang digunakan adalah alat bor jenis Iwan atau Iwan Auger.

Penelitian di laboratorium dimaksudkan untuk mengetahui efektivitas semen sebagai bahan stabilisasi tanah dasar. Pembuatan sampel dan pengujian terhadap sampel tersebut dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat. Penelitian ini terdiri atas persiapan bahan dan alat, pemeriksaan sifat fisik dan sifat mekanik tanah asli, perancangan campuran dengan proporsi yang ditentukan berdasarkan metode coba-coba, pemeriksaan sifat mekanik campuran, dan analisis data.

Pemeriksaan terhadap tanah asli meliputi pemeriksaan sifat fisik dan pemeriksaan sifat mekanik. Pemeriksaan sifat fisik meliputi: (1) kadar air, (2) berat isi, (3) berat jenis, (4), batas-batas Atterberg, yang terdiri atas batas cair, batas plastis, dan batas susut, (5) analisis saringan, dan (6) analisis hidrometer. Sedangkan pemeriksaan sifat mekanik meliputi: (1) pemadatan laboratorium dan (2) pemeriksaan CBR laboratorium. Sifat fisik tanah digunakan untuk menentukan jenis tanah, sedangkan sifat mekanik tanah digunakan untuk mengetahui kekuatan tanah yang diuji.

Selain terhadap tanah asli, dilakukan juga pengujian terhadap tanah yang telah dicampur dengan semen portland. Sifat fisik dan sifat mekanik campuran tanah lunak gambut dan semen portland dilakukan dengan kadar semen 5%, 10%, 15%, dan 20% dengan masa pemeraman 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Klasifikasi Tanah

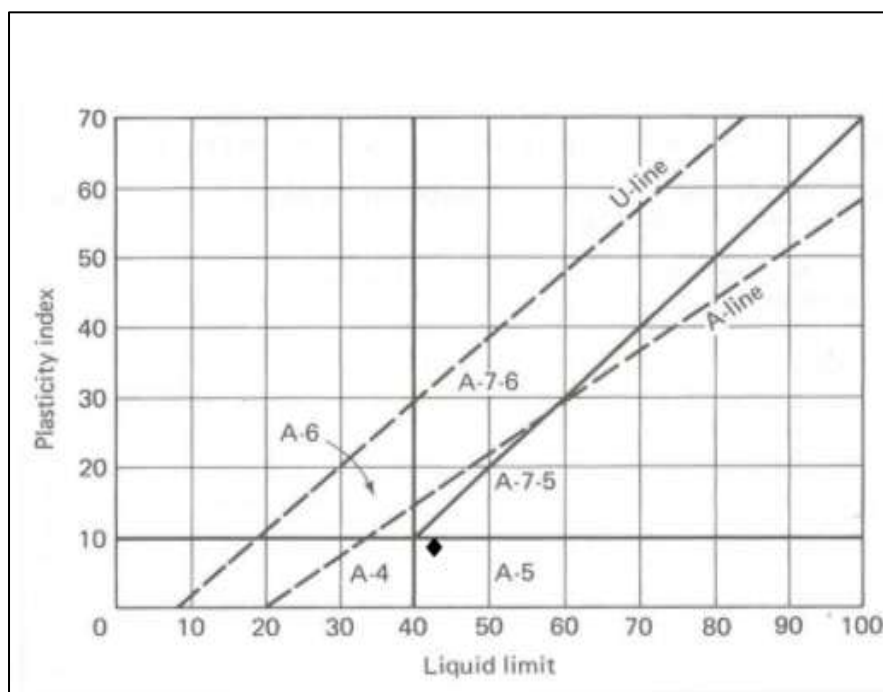
Sistem Klasifikasi AASHTO

Klasifikasi tanah berdasarkan sistem AASHTO mengikuti prosedur sebagai berikut:

- 1) Dari hasil pemeriksaan analisis saringan, persentase material lolos saringan No. 200 (0,075 mm) adalah 86,85% (lebih besar daripada 35%, sehingga tanah tersebut termasuk dalam klasifikasi tanah berbutir halus atau tanah-tanah lanau-lempung, kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7.
- 2) Dari hasil pemeriksaan Batas-batas Atterberg didapat nilai Batas Cair (LL) sebesar 42,03% (lebih besar daripada 40%) dan Indeks Plastisitas (PI) sebesar 9,91% (lebih kecil daripada 10%), sehingga tanah tersebut termasuk dalam kelompok A-5, tanah berlanau (lihat Gambar 1).

Tabel 1 Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Tanah Lunak Gambut

No.	Jenis Pengujian	Hasil
1.	Kadar Air Optimum (%)	43,49
2.	Berat Volume Kering (gr/cm ³)	1,07
3.	Berat Jenis	2,42
4.	Batas-batas Atterberg (%)	
	- LL (Batas Cair)	42,03
	- PL (Batas Plastis)	34,00
	- PI (Indeks Plastisitas)	9,91
	- SL (Batas Susut)	81,96
5.	Analisis Saringan	
	- Persentase Berat Tertahan di Saringan No. 200 (%)	13,52
	- Persentase Lolos Saringan No. 200 (F) (%)	86,45
6.	Analisis Hidrometer (% Lempung)	22,1731
7.	CBR _{maks} dengan Waktu Pemeraman 7 hari (%)	4,0639

**Gambar 1** Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO

Kelompok A-5 merupakan kelompok tanah lanau berlempung yang mengandung lebih banyak butir-butir pasir, sehingga sifat plastisitasnya lebih besar daripada tanah pada kelompok A-4. Berdasarkan hasil pemeriksaan sifat fisik tanah yang terdapat pada Tabel 1, dihitung nilai indeks kelompok (GI) tanah sebagai berikut:

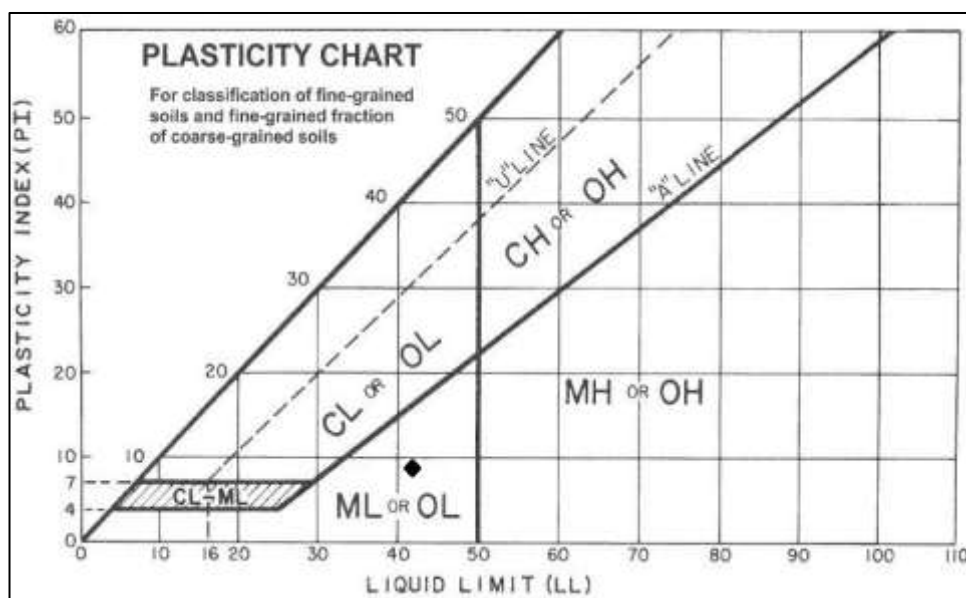
$$\begin{aligned}
 GI &= (F - 35) [0,2 + 0,005 (LL - 40)] + 0,01 (F - 15) (PI - 10) \\
 &= (86,85 - 35) [0,2 + 0,005 (42,03 - 40)] + 0,01 (86,85 - 15) - (9,91 - 10) \\
 &= 9,995 \approx 10
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil tersebut tanah diklasifikasikan sebagai tanah lanau berlempung yang masuk dalam kelompok A-5 (10).

Sistem Klasifikasi USCS

Prosedur untuk menentukan klasifikasi tanah berdasarkan sistem USCS adalah sebagai berikut:

- 1) Dari hasil pemeriksaan analisis saringan, proporsi material yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm) adalah 86,85 (lebih besar daripada 50%), sehingga tanah tersebut termasuk dalam jenis tanah berbutir halus.
- 2) Dari hasil pemeriksaan batas-batas Atterberg didapat nilai Batas Cair (LL) sebesar 42,03% (lebih kecil dariada 50%), sehingga tanah tersebut termasuk kelompok ML, CL, dan OL.
- 3) Dari grafik Batas Cair (LL) dan Indeks Plastisitas (PI) yang terdapat pada Gambar 2, setelah nilai LL dan PI diplot, diperoleh titik yang berada di bawah garis A, sehingga tanah tersebut termasuk kelompok ML dan OL.



Gambar 2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi UNIFIED dan ASTM

Kelompok ML merupakan kelompok lanau anorganik dan pasir sangat halus, serbuk batuan, pasir halus berlanau, atau berlempung dengan plastisitas rendah. Dengan demikian tanah diklasifikasikan sebagai tanah lanau berlempung dalam kelompok ML.

Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Campuran Tanah dan Semen Portland

Hasil pengujian sifat fisik dan sifat mekanik campuran tanah dan semen portland, dengan kadar semen 5%, 10%, 15%, dan 20% dengan masa pemeraman 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari, dapat dilihat pada Tabel 2 hingga Tabel 5.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Tanah dengan 5% Semen

No.	Jenis Pengujian	Hasil
1.	Kadar Air Optimum (%)	43,065
2.	Berat Volume Kering (gr/cm ³)	1,102
3.	Berat Jenis	2,450
4.	Batas-batas Atterberg (%)	
	- LL (Batas Cair)	38,012
	- PL (Batas Plastis)	35,688
	- PI (Indeks Plastisitas)	9,152
5.	CBR _{maks} (%) dengan Waktu Pemeraman:	
	- 7 Hari	5,419
	- 14 Hari	8,516
	- 21 Hari	11,014
	- 28 Hari	12,631

Tabel 3 Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Tanah dengan 10% Semen

No.	Jenis Pengujian	Hasil
1.	Kadar Air Optimum (%)	41,103
2.	Berat Volume Kering (gr/cm ³)	1,127
3.	Berat Jenis	2,463
4.	Batas-batas Atterberg (%)	
	- LL (Batas Cair)	34,884
	- PL (Batas Plastis)	35,048
	- PI (Indeks Plastisitas)	4,441
5.	CBR _{maks} (%) dengan Waktu Pemeraman:	
	- 7 Hari	6,161
	- 14 Hari	10,534
	- 21 Hari	14,725
	- 28 Hari	18,151

Tabel 4 Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Tanah dengan 15% Semen

No.	Jenis Pengujian	Hasil
1.	Kadar Air Optimum (%)	39,951
2.	Berat Volume Kering (gr/cm ³)	1,182
3.	Berat Jenis	2,471
4.	Batas-batas Atterberg (%)	
	- LL (Batas Cair)	34,702
	- PL (Batas Plastis)	34,449
	- PI (Indeks Plastisitas)	5,238
5.	CBR _{maks} (%) dengan Waktu Pemeraman:	
	- 7 Hari	8,967
	- 14 Hari	13,621
	- 21 Hari	18,039
	- 28 Hari	19,843

Tabel 5 Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Tanah dengan 20% Semen

No.	Jenis Pengujian	Hasil
1.	Kadar Air Optimum (%)	37,833
2.	Berat Volume Kering (gr/cm ³)	1,215
3.	Berat Jenis	2,502
4.	Batas-batas Atterberg (%)	
	- LL (Batas Cair)	36,343
	- PL (Batas Plastis)	34,868
	- PI (Indeks Plastisitas)	6,757

Tabel 5 Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Tanah dengan 20% Semen (Lanjutan)

No.	Jenis Pengujian	Hasil
5.	CBR _{maks} (%) dengan Waktu Pemeraman:	10,282
	- 7 Hari	16,966
	- 14 Hari	20,685
	- 21 Hari	21,801
	- 28 Hari	

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik, menurut AASHTO, tanah lunak gambut di Kalimantan Selatan termasuk jenis tanah lanau berlempung, dengan penilaian sedang sampai buruk, dengan batas cair yang lebih besar dari 41%. Sedangkan menurut USCS, tanah ini termasuk dalam kelas ML, yaitu kelompok lanau anorganik dan pasir sangat halus, serbuk batuan, pasir halus berlanau, atau berlempung dengan plastisitas rendah. Jadi tanah lunak gambut di Kalimantan Selatan dapat dikategorikan sebagai tanah lanau berlempung. Selain itu, berdasarkan hasil pengujian sifat mekanik diperoleh bahwa tanah lunak gambut di Kalimantan Selatan memiliki berat volume kering sebesar $1,07 \text{ gr/cm}^3$ (kurang daripada $1,5 \text{ gr/cm}^3$), yang berarti mempunyai daya dukung tanah rendah dan CBR_{maks} dengan waktu pemeraman 7 hari sebesar 4,0639% (nilai CBR berada pada kategori rendah), sehingga tanah dikategorikan sebagai tanah yang buruk dan perlu distabilisasi.
- 2) Penambahan semen portland adalah meningkatkan nilai berat volume kering, berat jenis, batas plastis, dan CBR tanah, sehingga dapat dinyatakan bahwa penambahan semen tersebut telah meningkatkan nilai daya dukung tanah dan nilai CBR tanah secara signifikan. Selain itu, penambahan semen portland menurunkan nilai kadar air optimum, batas cair, dan indeks plastisitas, sehingga potensi pengembangan dan penyusutan tanah berkurang.
- 3) Waktu pemeraman atau perendaman meningkatkan daya dukung campuran tanah dan semen portland serta nilai CBR campuran tanah tersebut. Nilai CBR_{maks} pada campuran tanah dengan kadar semen optimum sebesar 20%, dengan waktu pemeraman 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari masing-masing sebesar 10,282%, 16,966%, 20,685%, dan 21,801%.
- 4) Kadar semen portland optimum yang menghasilkan nilai CBR maksimum adalah 20% dengan nilai CBR maksimum sebesar 21,801%.

DAFTAR PUSTAKA

Bowles, J.E. 1991. *Analisis dan Desain Pondasi*. Terjemahan, Edisi Keempat Jilid 1. Jakarta: Erlangga.

- Hardiyatmo, H.C. 2002. *Teknik Pondasi 2*. Edisi Kedua. Yogyakarta: Beta Offset.
- Nakazawa, K. dan Sosrodarsono, S. 2000. *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*. Cetakan Ketujuh. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Purnomo, E.S.J. dan Soedarmo, G.D. 1997. *Mekanika Tanah 2*. Malang: Kanisius.
- Tjokrodimuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Nafiri.
- Wesley, L.D. 1977. *Mekanika Tanah*. Cetakan VI. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.